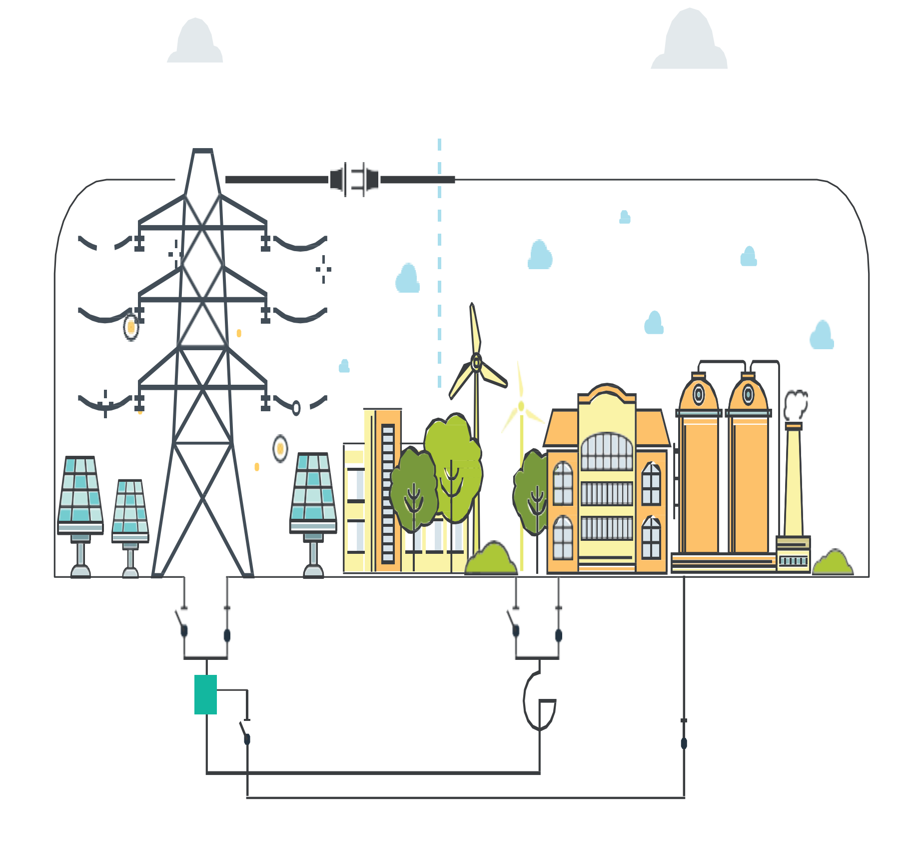
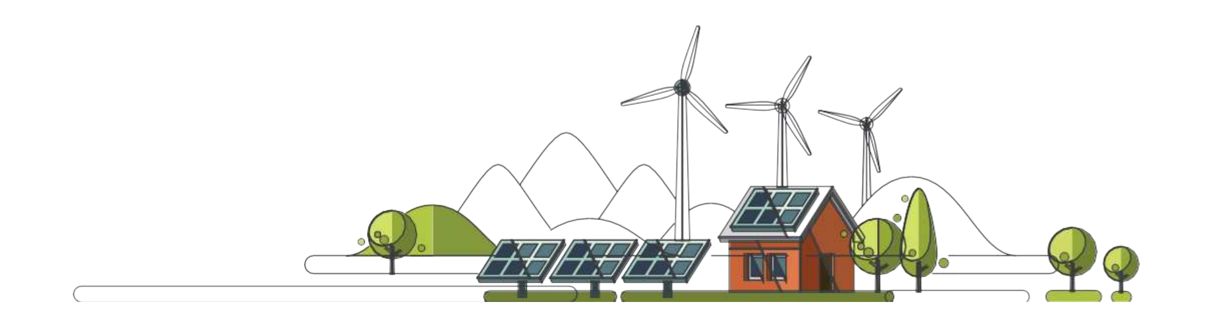
حساب الأحمال الكهربائية بالمبانى والمنشأت

إعداد : م . طارق أبوخضرة











مكونات الدورة

١- مقدمة وتعريفات مهمة

٢-طرق حساب الاحمال الكهربية -١

٣-طرق حساب الاحمال الكهربية -٢

٤-طرق حساب الاحمال الكهربية -٣

حساب الاحمال الكهربائية

مقدمة

في بداية مرحلة الدراسة والتصميم لاى مشروع ، يجب عمل دراسة مبدئية لحساب الحمل الكهربائي بناءاً على المساحة الفعلية للمشروع وذلك لتوفير التغذية بمصدر الطاقة الكهربائية المناسبة للمشروع وأيضا توفير المساحات المناسبة واللازمة للمعدات الكهربائية (كالمحولات والمولدات). وذلك طبقاً لمتطلبات ومواصفات الهيئة المسئولة عن توصيل الطاقة الكهربائية مع مراعاة متطلبات الامن والسلامة ،

يجب الأخذ في الاعتبار أثناء التصميم وحسابات الأحمال لأي شبكة كهربائية التوسع المستقبلي للأحمال الكهربائية لذا يتم عمل الدراسة شاملة الطلب الحالي للأحمال الكهربائية مضافاً إليه نسبة إضافية للاحمال للطلب المستقبلي وذلك بناءاً على العوامل المؤثرة في الحمل الكهربائى وخصائصة .

مالفرق بين حساب الحمل المبدئى وحساب الحمل النهائي ؟

حساب الحمل المبدئى	حساب الحمل النهائى
يتم باستخدام الحمل النوعى (VA/m^2) وذلك من خلال الجداول المعتمدة من شركات التوزيع الكهربي اوالاكواد العالمية ومعرفة المساحة الفعلية للمشروع وتصنيف المستهلكين	يتم باستخدام البيانات الفعلية بعد عمل التصميمات والمتطلبات والحسابات الخاصة لجميع المعدات الموجودة داخل نطاق المشروع او المنشأة ومعرفة قدرات المعدات وعددها
من خلال حساب الأحمال يمكن تحديد متطلبات المشروع من المعدات الرئيسية كالمحولات والمولدات والمساحات المطلوبه لهذه المعدات وبدء الإجراءات المطلوبة لتوصيل الخدمة للمشروع	من خلال حساب الاحمال يمكن عمل المخطط الاحادى للمشروع (Single Line Diagram) وحساب وتحديد متطلبات المشروع من لوحات فرعية ورئيسية وكابلات
يعتبر من ابسط الطرق للحصول على الحمل المبدئى ولكن غير دقيق إلى حد ما حيث لايؤخذ في الاعتبار عدة عوامل مهمة مثل معامل القدرة	يجب عمل حسابات دقيقة وشاملة لجميع الاحمال بداية من اللوحات الفرعية وحتى اللوحات الرئيسية مع الاخذ في الاعتبار جميع التفاصيل والعوامل المؤثره كمعامل القدرة ووجود محركات واحمال خاصة

جدول (١) يوضح الفرق بين حساب الحمل المبدئى وحساب الحمل النهائى

الحمل الكهربي: هو عبارة عن محصلة مجموع أنواع الأحمال الكهربائية المختلفة الموجودة داخل المشروع محل الدراسة

ويمكن تقسيم الاحمال الكهربائية طبقاً لطبيعة الاستهلاك الى :

١. الأحمال السكنية (المباني السكنية بمختلف أنواعها و الفلل ، ....)
٢. الأحمال التجارية (الأسواق والمجمعات التجارية والفنادق والمستشفيات و المباني الإدارية ، ......)
٣. الأحمال الصناعية (المصانع والورش ، ....)
٤. الأحمال الزراعية (معدات الرى والماكينات الزراعية و محطات الالبان ، ....)
٥. الأحمال العامة (إنارة الطرق والشوارع و أحمال النقل كمترو الانفاق ، ....)



صورة لأحد المدن السكنية



صورة لنظام الرى بالمزارع

١- الأحمال السكنية

يمكن تصنيف الاحمال الكهربائية داخل المباني السكنية إلى التالى :

- أحمال الإنارة سواء كانت إنارة داخلية أو خارجية إنارة عادية أوطوارىء (Lighting)
- أحمال مخارج القوى العادية والخاصة بالأجهزة والمعدات الكهربية والميكانيكية (Sockets/Outlets)
- أحمال المحركات الكهربائية (Motors)
- أحمال التبريد والتهوية والتكييف والتسحين (HVAC)
- أحمال خاصة أومتنوعة (Miscellaneous)

ماهى العوامل المؤثرة في حساب الأحمال ؟

لحساب الاحمال الكهربائية يجب الاخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة في الاحمال الكهربائية وخصائص الأحمال ومن أهم هذه العوامل

معامل الطلب (Demand Factor)

هو النسبة بين أقصى طلب للحمل بوحدة الفولت أمبير أو الوات أو الامبير خلال فترة زمنية معينة إلى الحمل الفعلى الموصل وتكون قيمته أقل من اوبساوى الواحد

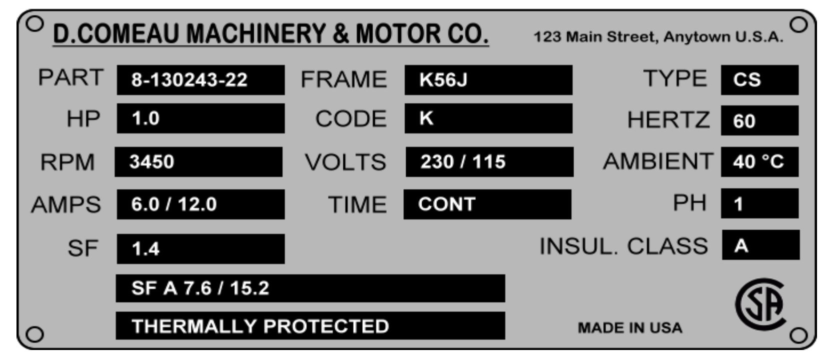
$$\text{DEMAND FACTOR (D.F)} = \frac{Max.DEMAND\ LOAD(M.D.L)}{CONNECTED\ LOAD(C.L)}$$

أقصى طلب الحمل (Maximum Demand Load)

هو أقصى طلب للحمل خلال فترة زمنية معينة كساعة أويوم ويقاس الحمل بوحدة الكيلو فولت امبير (KVA) أوالكيلو وات (KW) أو الامبير (A) ويمكن الحصول عليه من خلال منحنيات الاحمال اوالحسابات .

الحمل الفعلى الموصل (Connected Load)

لكل جهاز اومعدة سعة وقدرة معينة وكذلك جهد تشغيل وتردد معين موضحاً بلوحة بيانات المصنع (Nameplate) يعرف الحمل الفعلى الموصل بأنه مجموع الاحمال الفعلية طبقاً لبيانات المصنع .



صورة توضح البيانات الخاصة بمحرك قدرة ١ حصان

في الغالب يكون أقصى طلب للحمل أقل من مجموع الاحمال الفعلية الموصله ويرجع ذلك للأسباب التالية :

١. اختيار أحمال المعدات الكهربائية أكبر من الحمل الفعلى المطلوب وذلك للامان والتغلب على ظروف التشغيل المختلفة وتجنب مشاكل التشغيل كزيادة الحمل و تيار البدء

٢. جميع الاحمال الكهربائية الموجودة داخل المبنى او المشروع لاتعمل في نفس الوقت ولاتعمل بكامل الحمل

٣. يوجد نسبة من ضمن الحمل الكلى عبارة عن احمال احتياطية تقديرية للتوسع المستقبلي للاحمال(Spare Load/Future Load)

مثال للتوضيح

لحساب قدره الموتور المطلوب لتشغيل مضخة رفع مياه لمجمع سكنى تبين ان القدرة المطلوبه طبقاً للحسابات ومعاملات الأمان يجب أن يكون ٧,٨ حصان مع العلم بان القدرة المتوفرة بالأسواق طبقاً للمواصفات العالمية يجب أن يكون ١٠ حصان

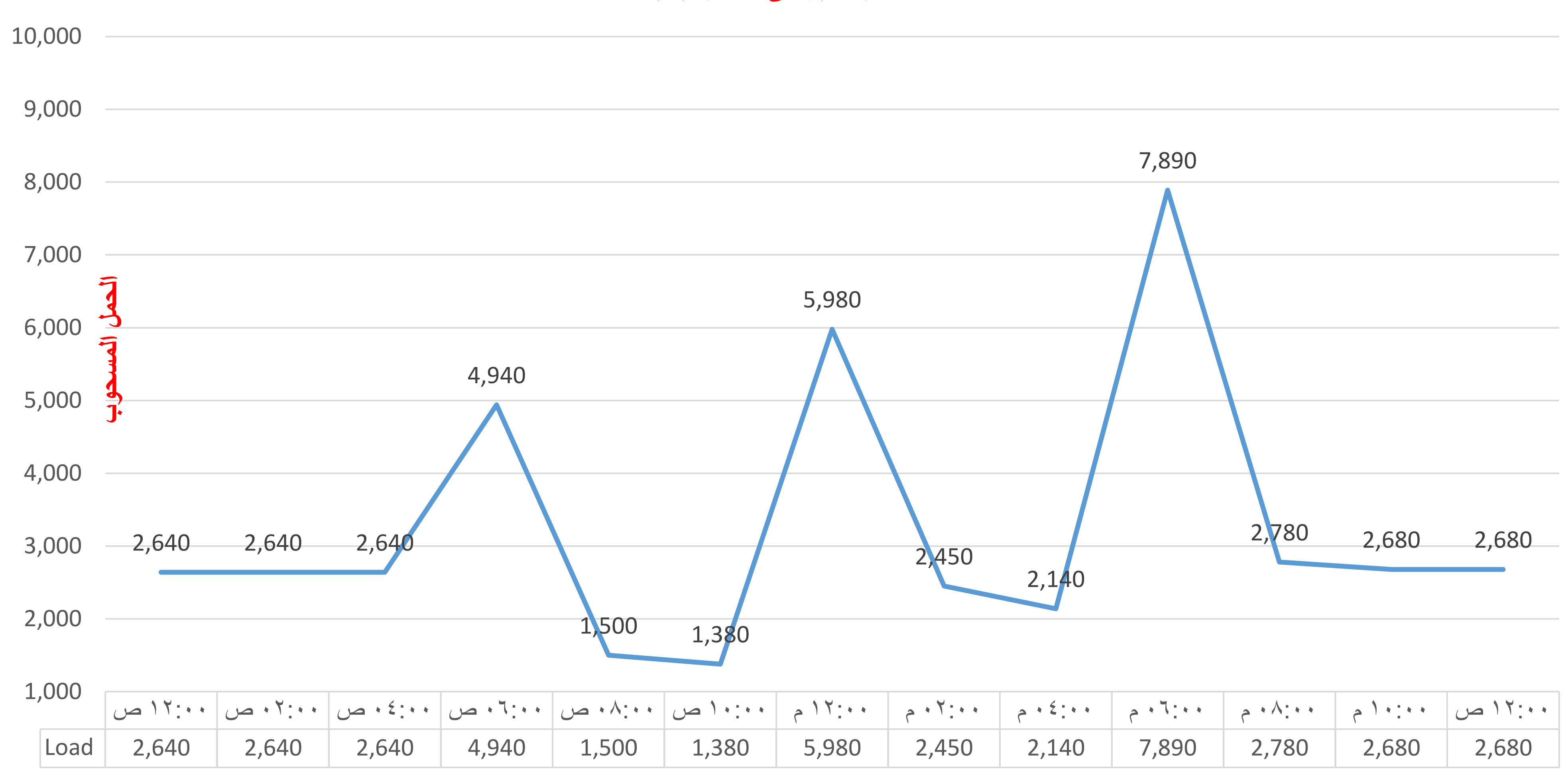
مثال (١)

تم تسجيل القراءات التالية لقيم الاستهلاك للاحمال خلال احد أيام شهر أغسطس وقد تم تسجيل اعلى قيمة طلب للحمل خلال هذا اليوم كماهو موضح بالجدول التالى

من	إلى	الحمل المسحوب (Watt)	انارة	سخان مياه	مكيف	مروحة شفاط	ثلاجة	غسالة ملابس	شاشة تليفزيون	ريسيفر	خلاط	كمبيوتر محمول	أحمال أخرى
١٢:٠٠ ص	٠٢:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٢:٠٠ ص	٠٤:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٤:٠٠ ص	٠٦:٠٠ ص	٢,٦٤٠	١٦٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
٠٦:٠٠ ص	٠٨:٠٠ ص	٤,٩٤٠	١٦٠	١,٧٠٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦٠٠
٠٨:٠٠ ص	١٠:٠٠ ص	١,٥٠٠	١٢٠	٠	١,١٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٠:٠٠ ص	١٢:٠٠ م	١,٣٨٠	٠	٠	١,١٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
١٢:٠٠ م	٠٢:٠٠ م	٥,٩٨٠	٠	١,٧٠٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٢,٥٠٠	٠	١٠٠	٢٠٠	٠	٠
٠٢:٠٠ م	٠٤:٠٠ م	٢,٤٥٠	١٢٠	٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	١٥٠	١٠٠	٤٠٠
٠٤:٠٠ م	٠٦:٠٠ م	٢,١٤٠	٣٦٠	٠	١,١٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	٠	١٠٠	٠
٠٦:٠٠ م	٠٨:٠٠ م	٧,٨٩٠	٣٦٠	١,٧٠٠	٤,٤٠٠	٢٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	١٠٠	١٥٠		٧٠٠
٠٨:٠٠ م	١٠:٠٠ م	٢,٧٨٠	٢٠٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	١٠٠	٠	٠	٠	٠
١٠:٠٠ م	١٢:٠٠ ص	٢,٦٨٠	٢٠٠	٠	٢,٢٠٠	١٠٠	١٨٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

جدول رقم (٢) بيانات الاستهلاك للاحمال الكهربائية لشقة سكنية

الشكل البيانى لمثال (١)



	١٢:٠٠ ص	٠٢:٠٠ ص	٠٤:٠٠ ص	٠٦:٠٠ ص	٠٨:٠٠ ص	١٠:٠٠ ص	١٢:٠٠ م	٠٢:٠٠ م	٠٤:٠٠ م	٠٦:٠٠ م	٠٨:٠٠ م	١٠:٠٠ م	١٢:٠٠ ص
Load	2,640	2,640	2,640	4,940	1,500	1,380	5,980	2,450	2,140	7,890	2,780	2,680	2,680

بالجدول المرفق بيانات الاحمال الفعلية الموجود بشقة السكنية

الحمل	القدرة (Watt)	العدد	اجمالى الحمل (watt)
			٠
انارة	٤٠	١٢	٤٨٠
سخان مياه	٢,٠٠٠	١	٢,٠٠٠
مكيف	١٨٠٠	٣	٥٤٠٠
مروحة شفاط	١٠٠	٢	٢٠٠
ثلاجة	٢٠٠	١	٢٠٠
غسالة ملابس	٣,٠٠٠	١	٣,٠٠٠
شاشة تليفزيون	١٠٠	١	١٠٠
ريسيفر	١٠٠	١	١٠٠
خلاط	٢٠٠	١	٢٠٠
كمبيوتر محمول	١٠٠	٢	٢٠٠
أحمال أخرى	١٠٠٠	١	١٠٠٠
الحمل الكلى (وات)			١٢٨٨٠

جدول رقم (٣) الاحمال الكهربائية لشقة سكنية

طبقاً للبيانات المدرجة بالجدول رقم (٢) ورقم (٣) ، احسب أقصى طلب للحمل وكذلك معامل الطلب

الحل

أعلى قيمة طلب للحمل خلال الفترة من (٦م إلى ٨ م) = ٧,٨٩ كيلوات

الحمل الكلى الموصل = ١٢,٨٨ كيلوات

$$\text{DEMAND FACTOR (D. F)} = \frac{\text{Max. DEMAND LOAD(M. D. L)}}{\text{CONNECTED LOAD(C. L)}}$$

$$\text{DEMAND FACTOR (D. F)} = \frac{7.89}{12.88}$$

Demand Factor = 0.62

معامل التزامن او التطابق (Coincidence Factor)

هو النسبة بين أكبر قيمة طلب للحمل الى مجموع قيم طلبات الحمل لجميع الوحدات داخل المنشأة أوالشبكة التي لها نفس مصدر التغذية ويكون أقل من اويساوى الواحد الصحيح ويعتمد على تنوع الاحمال واختلاف الاستهلاك ويتناسب عكسياً مع عدد الوحدات .

$$\text{Coincidence Factor (C.F)} = \frac{Max.Demand\ load\ for\ the\ system\ (M.D.L)}{\sum SUM\ Of\ Total\ Demand\ loads\ for\ all\ units\ (T.D.L)}$$

M.D.L = اكبر طلب للحمل بغض النظر عن وقت حدوثه

T.D.L = حاصل جمع اقصى طلب للحمل لكل حمل منفرد

ملحوظة مهمة :

أقصى طلب لجميع الوحدات داخل المنشاة او المشروع او شبكة التوزيع لايحدث في نفس الوقت ، لذا فإن أقصى طلب كلى للحمل يكون أقل من مجموع قيم أقصى طلب لجميع الاحمال المفردة للوحدات .

معامل التشتت أو التنوع (Diversity Factor)

هو معكوس معامل التباين النسبة بين مجموع الأحمال القصوى غير المتزامنة الفردية للتقسيمات الفرعية المختلفة لنظام ما وبين الحد الأقصى للطلب الخاص بالنظام الكامل وتكون قيمته اكبر من اوتساوى الواحد الصحيح.

$$Diversity\ \text{Factor (Div.F)} = \frac{\sum SUM\ Of\ Total\ Demand\ loads\ for\ all\ units\ (T.D.L)}{Max.Demand\ load\ for\ the\ system\ (M.D.L)}$$

مثال (٢)

لوحة توزيع (بيلر) تغذى عدد (٦) وحدات سكنية اذا كان الحمل الفعلى لكل وحدة حوالى ٦ ك. وات و معامل الطلب لكل وحدة يساوى (٠,٦٥) و معامل التنوع يساوى (١,١)

احسب أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع ؟

الحل

معامل الطلب لكل وحدة (D.F)	$D.F = \frac{M.D.L}{C.L}$	0.65
الحمل الفعلى لكل وحدة (C.L)	$C.L = \frac{M.D.L}{D.F}$	6 KW
معامل التنوع لجميع الوحدات (DIV.F)	$Div.F = \frac{\sum (M.D.L)}{SYS.(M.D.L)}$	1.1
أقصى طلب للحمل لكل وحدة (M.D.L)	M.D.L = C.L X D.F	5.85KW
أقصى طلب للحمل من لوحة التوزيع (البيلر)	$SYS.(M.D.L) = \frac{\sum (M.D.L)}{Div.F}$ $SYS.(M.D.L) = \frac{6 X 5.85}{1.1}$	31.91KW

متوسط الحمل (Average Load)

هو عبارة عن قيمة الحمل المسحوب خلال فترة زمنية معينة (KWH) إلى تلك الفترة الزمنية .

$$Average\ Load = \frac{Total\ Load\ During\ Period\ (KWH)}{Period\ (hours)}$$

معامل الحمل (Load Factor)

هو عبارة عن قيمة متوسط طلب الحمل إلى أقصى طلب للحمل وهو دليل على مدى حدوث أقصى حمل ممكن ومدى كفاءة الانتفاع من الشبكة الكهربائية او المصدر ويستخدم خاصة في محطات التوليد .

$$Load\ \mathrm{Factor}\ (\mathrm{L.F}) = \frac{Average\ Load}{Max.\ Demand\ load\ (M.D.L)}$$

مثال (٣)

طبقاً للمثال رقم (١) أحسب متوسط الحمل و معامل الحمل .

الحل :

من الجدول رقم (٢) إجمالي الحمل المسحوب خلال (٢٤) ساعة يساوى ٣٩,٦٦ كيلوات ساعة

$$Average\ Load = \frac{39.66}{24}$$

$$(\mathrm{L.F}) = \frac{1.66}{7.89}$$

$$(\mathrm{L.F}) = 0.21$$

مثال (٤)

الجدول التالى يوضح بيانات الاستهلاك لعدد (٥) وحدات سكنية تغذى من نفس المصدر طبقاً للبيانات الموضحة احسب التالى

١- معامل الطلب لكل وحدة سكنية (D.F)   ٢- اقصى طلب للحمل من المصدر الرئيسى   ٣- معامل التباين (C.F)

أيام الأسبوع	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥	اجمالى طلب الاحمال (KW)
السبت	٥,٢٠	٧,٩٠	٥,٢٠	٤,٣٠	٥,٦٠	٢٢,٦٠
الاحد	٦,١٠	٥,٥٠	٤,٩٠	٥,٨٠	٥,٢٠	٢٢,٣٠
الاثنين	٩,٢٠	٥,٢٠	٥,١٠	٥,٠٠	٤,٦٠	٢٤,٥٠
الثلاثاء	٥,٧٠	٥,٣٠	٨,٥٠	٤,٩٠	٤,٥٠	٢٤,٤٠
الأربعاء	٦,٥٠	٥,٢٠	٥,٣٠	٦,٤٠	٤,٣٠	٢٣,٤٠
الخميس	٥,٤٠	٤,٢٠	٥,٢٠	٨,٢٠	٤,٦٠	٢٣,٠٠
الجمعه	٧,٢٠	٤,٩٠	٤,٤٠	٤,٦٠	٨,٩٠	٢١,١٠
الحمل الفعلى	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠	٥٩,٠٠

جدول رقم (٤) يوضح البيانات الخاصة باقصى استهلاك مسجل خلال اسبوع لمجموعة من الوحدات السكنية بمجمع سكنى

الحل

الجدول التالى يوضح

١- قيم معامل الطلب طبقاً للقراءات بالجدول رقم (٣)

الوصف	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥
الحمل الفعلى C.L (KW)	١٦,٠٠	١٤,٠٠	١٥,٠٠	١٤,٠٠	١٤,٥٠
اكبر طلب M.D.L (KW)	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠
معامل الطلب D.F	٠,٥٨	٠,٥٦	٠,٥٧	٠,٥٩	٠,٦١

٢- اقصى طلب للحمل الكلى للمصدر(M.D.L)

الوصف	رقم-١	رقم-٢	رقم-٣	رقم-٤	رقم-٥	اعلى طلب للمصدر (M.D.L (KW))
اكبر طلب	٩,٢٠	٧,٩٠	٨,٥٠	٨,٢٠	٨,٩٠	٢٤,٥٠

٣- معامل التباين (C.F)

$$(C.F) = \frac{24.5}{(9.2 + 7.9 + 8.5 + 8.5 + 8.2 + 8.9)}$$

$$(C.F) = 0.57$$

العوامل المؤثرة علي قيمة الاحمال ومعامل الطلب

- نوع وحجم المبنى (شقة سكنية – منزل – مبنى متعدد الطوابق – فيلا - ....)
- عمر المبنى جديد او قديم
- عدد الأدوار وتقسيم كل دور
- الموقع يختلف استهلاك الكهرباء ويتباين من مدينة الى أخرى (مدينة – ريف - ساحلي –صحراوي -......)
- المناخ تختلف الظروف المناخية من مكان لاخر (رطب – جاف – حار – بارد – معتدل – ممطر)
- نوعية وحدات الإضاءة المستخدمة (عادية – فلورسنت – ليد)
- نظام التحكم وإدارة المبنى (KNX- BMS - BAS)
- نظام التكييف والتهوية بالمبنى
- نظام تسخين المياة (غاز – كهرباء – طاقة شمسية)
- الأجهزة الكهربائية الخاصة والمتنوعة
- العادات اليومية والاجتماعية للأشخاص (الاستيقاظ – النوم – العمل – أوقات اعداد الطعام - ....)

سؤال : مالفرق بين معامل الطلب ومعامل التنوع ؟

الجواب : معامل الطلب يطبق على الأحمال الفردية أما عامل التنوع فيطبق على مجموعة من الأحمال وقد يستخدم أكثر من مرة

ارجو لمن لديه اى ملاحظات اوسؤال التواصل علي البريد الالكترونى : eng.aboukhadra@gmail.com

وشكراً لكم